

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-268042

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

(21)Application number : 2001-047180

(71)Applicant : THOMSON LICENSING SA

(22)Date of filing : 22.02.2001

(72)Inventor : BELOTSEKOVSKY MAXIM B  
LITWIN LOUIS ROBERT JR

(30)Priority

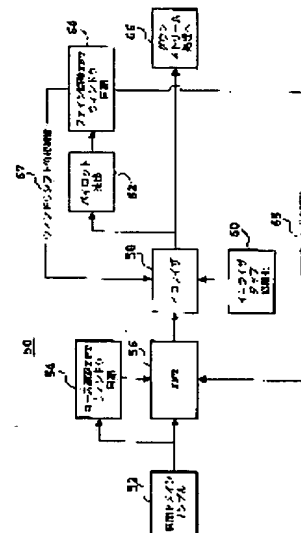
Priority number : 2000 511185 Priority date : 22.02.2000 Priority country : US

## (54) FFT WINDOW POSITION RECOVERY DEVICE AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide FFT window synchronization where complexity of an OFDM system is reduced.

SOLUTION: An OFDM receiver extracts (62) a pilot from an OFDM signal subjected to FFT (56) and equalization (58) and applies a processing for the extraction of an FFT window adjustment factor (65) and a related equalizer tap adjustment (67) so as to compensate an FFT window drift. The OFDM receiver uses the extracted FFT adjustment factor and equalizer tap adjustment to simultaneously control a position of the FFT window and a phase of the equalizer tap.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**This Page Blank (uspto)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-268042

(P2001-268042A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

テーマコード(参考)

Z

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-47180(P2001-47180)

(22) 出願日 平成13年2月22日 (2001.2.22)

(31) 優先権主張番号 09/511185

(32) 優先日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 300000708

トムソン ライセンシング ソシエテ ア  
ノニム

THOMSON LICENSING  
S. A.

フランス国 92648 ブローニュ セデッ  
クス ケ・アルフォンス・ル・ガロ 46

(72) 発明者 マキシム ビー. ベロツェルコフスキ  
アメリカ合衆国 46250 インディアナ州  
インディアナポリス プライアント レ  
ー ン 3 エイ 9108

(74) 代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外2名)

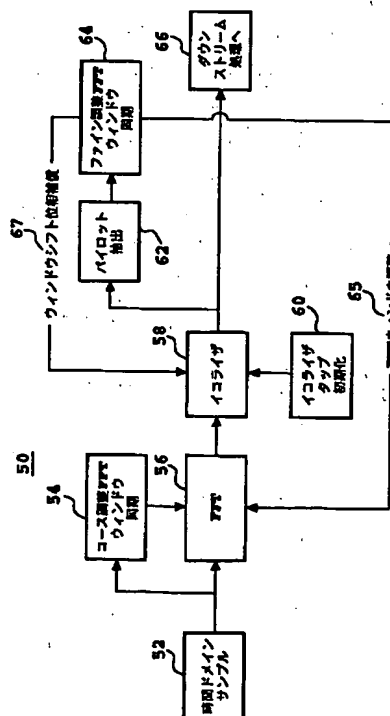
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 FFTウィンドウポジション回復装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 OFDMシステムの複雑性を低減したFFTウィンドウ同期を提供する。

【解決手段】 OFDMレシーバは、FFTされ (56) 等化された (58) OFDM信号からパイロットを抽出する (62) とともに、FFTウィンドウ調整ファクタ (65) と、関連するイコライザタップ調整値 (67) とを取り出すためこの抽出されたパイロットを処理することにより、FFTウィンドウドリフトを補償する。OFDMレシーバは、取り出されたFFT調整ファクタとイコライザタップ調整値とを使用して、FFTウィンドウのポジションとイコライザタップの位相を同時に制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 OFDM レシーバにおける FFT ウィンドウポジションを回復する FFT ウィンドウポジション回復方法であって、

受信した OFDM 信号を前処理して FFT し等化した OFDM 信号を生成する生成ステップと、

前記 FFT し等化した OFDM 信号からパイロットを抽出する抽出ステップと、

抽出されたパイロットを処理して、FFT ウィンドウ調整値と、関係付けをしたイコライザタップ調整値を取り出す取り出しステップと、

前記生成ステップで前記イコライザタップ調整値を利用する利用ステップとを備えたことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記 OFDM レシーバは、WLAN アダプタにインプリメントしてあることを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記 OFDM レシーバは、ポータブルまたはデスクトップコンピュータの一方に統合されたことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 4】 請求項 1 において、前記利用ステップは、前記 FFT ウィンドウ調整値と、前記関係付けをしたイコライザタップ調整値とを使用して、同時に、FFT ウィンドウポジションとイコライザタップの位相とを制御するステップを含むことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 5】 請求項 1 において、前記ウィンドウ調整値は、ウィンドウドリフトの修正を表すことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 6】 請求項 5 において、前記イコライザタップ調整値は、イコライザタップ上のウィンドウドリフト修正の効果を無効にする位相修正を表すことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 7】 請求項 6 において、前記イコライザタップは、イコライザデータタップであることを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 8】 前記生成ステップは、前記抽出したパイロットの位相を所定値と比較するステップと、

前記位相が前記所定値を超える場合にカウンタをインクリメントするステップと、

前記カウンタが閾値を超えた場合に、FFT ウィンドウ調整値と、関係付けをしたイコライザタップ調整値とを生成するステップとを含むことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記所定値は、FFT ウィンドウオフセットによる相回転を表すことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 10】 請求項 9 において、前記所定値は、ノ

イズバッファ値も含むことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 11】 請求項 8 において、前記閾値は、FFT ウィンドウポジションの回復に際してのノイズ効果を低減するために選択されることを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復方法。

【請求項 12】 OFDM レシーバにおける FFT ウィンドウポジションを回復する FFT ウィンドウポジション回復装置であって、

OFDM 信号を受信し受信された OFDM 信号からサイクリックプレフィクスを除去する FFT ウィンドウモジュールと、

ウィンドウ化された OFDM 信号を FFT する FFT モジュールと、

前記変換された OFDM 信号からチャネル歪みを除去するイコライザモジュールと、

前記変換された OFDM 信号からパイロットを抽出し、抽出されたパイロットの位相にตอบสนองして、前記 FFT ウィンドウモジュールおよびイコライザモジュールの動作を制御するウィンドウ調整モジュールとを備えたことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 13】 請求項 12 において、前記ウィンドウ調整モジュールは、前記抽出されたパイロットの位相を所定値と比較し、前記抽出されたパイロットの位相が所定の値を所定の回数超えた場合に、FFT ウィンドウモジュールおよびイコライザモジュールの動作を変更することを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 14】 請求項 13 において、前記所定値は、FFT ウィンドウオフセットによる相回転を表すことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 15】 請求項 14 において、前記所定値は、ノイズバッファ値をも含むことを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 16】 請求項 14 において、前記 FFT ウィンドウオフセットは、1つのサンプルのオフセットであることを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 17】 請求項 12 において、前記ウィンドウ調整モジュールは、同時に、FFT ウィンドウモジュールのウィンドウポジションと、イコライザモジュールのイコライザデータタップの位相とを制御することを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 18】 請求項 17 において、前記イコライザデータタップの位相は、前記ウィンドウポジションのシフトによる相回転を相殺するように調整されることを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復装置。

【請求項 19】 請求項 12 において、前記 OFDM レシーバは、WLAN アダプタ内にインプリメントされていることを特徴とする FFT ウィンドウポジション回復

装置。

【請求項20】 請求項12において、前記OFDMレシーバは、ポータブルまたはデスクトップコンピュータの一方に統合されていることを特徴とするFFTウィンドウポジション回復装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDMレシーバにおけるFFTウィンドウポジション回復装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】WLAN (wireless LAN) は柔軟なデータ通信システムであって、ビル内またはキャンパス内におけるwired LANの拡張版または代替版としてインプリメントされている。WLANは電磁波を使用して、データを空中伝送し、受信しているので、ワイヤ接続は最小限必要になるだけである。WLANはデータコネクティビティ (data connectivity) とユーザモビリティ (user mobility) とを組み合わせており、単純化された構成を使用してmovable LANを可能にしている。リアルタイムの情報を伝送し受信するため、携帯端末 (例えば、ノートブックコンピュータ) を使用して生産性を向上させている産業があるが、このような産業としては、デジタルホームネットワーク産業と、ヘルスケア産業と、小売業と、製造業と、倉庫業、等々がある。

【0003】WLAN製造業者はWLAN設計段階から伝送技術範囲を選択しなければならない。技術例としては、マルチキャリア (multicarrier) システム、スペクトラム拡散 (spread spectrum) システム、ナローバンド (narrowband) システム、IR (infrared) システムがある。各システムには利点も欠点もあるが、マルチキャリア伝送システムの特長タイプであるOFDM (orthogonal frequency division multiplexing) は、WLAN通信に特に有用であることが分かっている。

【0004】OFDMはチャンネルを介して効率的にデータを伝送するロバスト (robust) な技術である。その技術では、チャンネルバンド幅内で複数のサブキャリア周波数 (サブキャリア) が使用され、データが伝送される。これらサブキャリアは、慣用のFDM (frequency division multiplexing) に比べて、最適なバンド幅効率になるようになっている。FDMは、サブキャリアスペクトラムを分離、隔離して、ICI (inter-carrier interference) を防ぐために、チャンネルバンド幅の一部をむだにする可能性がある。これに対して、OFDMサブキャリアの周波数スペクトラムは、OFDMチャンネルバンド幅内で、大幅に重なり合うが、それにも関わらず、OFDMは、各サブキャリア上で変調された情報を分解し復元することができる。

【0005】OFDM信号によりチャンネルを介してデータを伝送する技術は、慣用の伝送技術より幾つかの点で

優れている。このような点としては、マルチパス遅延拡散 (multipath delay spread) と周波数選択フェーディング (frequency selective fading) に対するトレランス (tolerance) と、効率的なスペクトルの使用と、単純化されたサブチャンネル等化 (simplified sub-channel equalization) と、良好な干渉特性と、等々がある。

【0006】図1を説明する。OFDM信号10は、サイクリックプレフィクス (cyclic prefix) 14として知られているガードインターバルによって区切られた、ユーザデータ12のブロックとして伝送されている。サイクリックプレフィクス14は、ユーザデータ12の隣接するブロックの一部をコピーしたものであり、マルチパスフェーディングに起因するISI (Inter-Symbol interference) を低減させるために使用されている。さらに、当業者には既に知られていることであるが、サイクリックプレフィクス14のみは、ユーザデータ12と対照的に、ISIにより影響を受ける。よって、OFDMレシーバによってサイクリックプレフィクス14を除去することにより、受信されたOFDM信号からISIの影響が除去される。

【0007】このOFDMレシーバでは、OFDM信号をアナログ信号からデジタル信号に変換するため、受信されたOFDM信号10がデジタル化またはサンプリングされる。その後、OFDMレシーバは、OFDM信号に対してFFT (Fast Fourier Transform) ウィンドウを適用して、受信されたOFDM信号からサイクリックプレフィクスを除去する。OFDMウィンドウ16がユーザデータ12のみをFFTユニット18にパッシング (passing) し、サイクリックプレフィクス14を廃棄するのが理想的である。しかし、サンプリング周波数オフセットがOFDMトランシーバとOFDMレシーバ間にある場合は、FFTウィンドウ16はユーザデータ12の境界を越えてドリフトする可能性がある。このドリフトが生じた場合は、図2に示すように、サイクリックプレフィクス14の一部であるサンプル20が、FFTユニット18にパッシングされ、ユーザデータ12の一部であるサンプル22が失われる可能性がある。その結果、ウィンドウドリフト効果によって、受信されたOFDM信号内にISIが存在する可能性がある。さらに、FFTウィンドウ16のオフセットにより、FFTユニット18の出力において相回転が生じることになる。この相回転が生じるのは、時間ドメインにおける時間シフトにより周波数ドメインにおいて相回転が生じるからである。この相回転により、OFDMレシーバで再生されたユーザデータ内にエラーが発生する可能性がある。

【0008】このようなドリフト効果を修正する1つの方法としては、PLL (phase-locked loop) を使用して、トランシーバのサンプリング周波数に対して、レシーバのサンプラまたはADCの周波数を固定する方法がある。図3を説明する。PLL構成24の例は、受信さ

れたOFDM信号をサンプリングするADC26を含んでいる。FFTウィンドウユニット28は、上述したように、OFDMサンプルを受信し、サイクリックプレフィックスを除去し、ユーザデータをFFTユニット30へパッシングする。パイロット抽出器32は、ユーザデータにエンベッド(embed)されているパイロットを抽出し、抽出したパイロットを位相差カルキュレータ34にパッシングする。パイロットというのは(周知の位相を有する)参照信号であり、所定のサブキャリアのOFDM記号中にエンベッドされている。位相差カルキュレータ32はOFDMシンボル中のパイロット間の位相差を計算し、得られた位相差をサンプリングオフセット検出器36にパッシングする。サンプリングオフセット検出器36は計算により得られた位相差を使用して、トランスミッタとレシーバ間のサンプリングオフセットを検出し、得られたサンプリングオフセットをデジタルPLL38に出力する。デジタルPLL38はADC26のサンプリングクロックを制御する。デジタルPLL38は、一旦、デジタルPLL38がロックすると、伝送受信中、一貫性のあるFFTウィンドウポジショニングを保証する。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】PLL構成24は、一旦、デジタルPLL38がロックすると、一貫性のあるFFTウィンドウポジショニングを保証するが、PLL構成24にはいくつかの欠点がある。第1の欠点は、PLL構成24はノイズおよびチャネル効果のために、FFTウィンドウを正しくポジショニングしない可能性があることである。ポジショニングが正しく行われないと(すなわち、ウィンドウオフセットがあると)、FFTユニット30の出力内で相回転が発生し、この相回転に起因して、OFDMレシーバによって再生されたユーザデータ中で、エラーが発生する可能性がある。第2の欠点は、PLL構成24のデジタルPLL38は、インプリメントするのにコストがかかることである。

【0010】OFDMレシーバのローカルサンプリングクロックのトランスミッタサンプリング周波数に対するオフセットが小さい場合、(例えば、コストを削減するため)デジタルPLLを取り外し、自走ローカルクロック(free-running local clock)を使用する方が、有利になる。PLLを使用せずに自走クロックを使用すると、小さいサンプリングオフセット、オーバータイムが累積されて、FFTウィンドウがユーザデータドメイン外へシフトされる可能性がある。上述したように、このようなFFTウィンドウシフトにより、ISIのようなエラーが受信OFDMシンボルのユーザデータポジションに導入される可能性がある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】OFDMレシーバは、FFTされ等化されたOFDM信号からパイロットを抽出

し、抽出したパイロットを処理して、FFTウィンドウ調整ファクタと、関係付けをしたイコライザタップ(equalizer tap)調整値とを取り出している。OFDMレシーバは、同時に、FFT調整ファクタとイコライザタップ調整値とを使用して、FFTウィンドウのポジションと、イコライザタップの位相を制御する。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0013】図4を説明する。図4は本発明のOFDMシンボルフレーム40の例を示す。OFDMシンボルフレーム40はOFDMキャリアの各サブキャリアに対する周知の伝送値を含むトレーニングシーケンス44と、予め定めた数のサイクリックプレフィックス42とユーザデータ46の対を含んでいる。ユーザデータ46は予め定めた数のパイロット48を有している。これらパイロット48も周知の伝送値を含んでおり、予め定めたサブキャリアにエンベッドされている。例えば、提案されたETSI-BRAN HIPERLAN/2 (Europe)と、IEEE 802.11a (USA) wireless LAN標準では、ビン(bin)すなわちサブキャリア $\pm 7$ および $\pm 21$ に4つのパイロットが位置している。ここに、ETSI-BRAN HIPERLAN/2 (Europe)と、IEEE 802.11a (USA) wireless LAN標準を記載して、本明細書の一部とする。

【0014】図5を説明する。図5は本発明のFFTウィンドウ同期ネットワーク、すなわちシステム50を示す。ここで、システム50はソフトウェアおよびハードウェアにエンベッドすることもでき、これらソフトウェアとハードウェアを組み合わせたものにエンベッドすることもできる、ことに留意されたい。例えば、システム50はWLANアダプタの一部とすることもできる。このWLANアダプタとしては、ノートブックまたはパームトップコンピュータ用のPCカードとしてインプリメントされているものか、デスクトップコンピュータ内のカードとしてインプリメントされているものか、ハンドヘルドコンピュータ内に統合されたものとしてインプリメントされているものがある。システム50は、OFDMトランスミッタのサンプリング周波数に対して、サンプリング周波数オフセットが小さいOFDM時間ドメインサンプル(例えば、PLLによって制御されていない自走クロックによって駆動しているADCの出力)のソース52に結合されている。

【0015】上述したように、このようなオフセットがあると、FFTウィンドウがドリフトする可能性があり、このようなドリフトにより、FFTユニットおよびISIの出力中で相回転が発生することもある。システム50は、ソース52とFFTユニット56に結合されたコース(coarse)FFTウィンドウ同期ユニット54を含む。コースFFTウィンドウ同期ユニット54はFFTウィンドウ位置の初期予測値を獲得し、ソース52

からのサンプルが予測したウィンドウポジションに入ったときにFFTユニット56のトリガを引く。コースウィンドウ同期ユニット54は周知のトレーニングシーケンス（例えば、図4のトレーニングシーケンス44）の相互相関ピーク（cross-correlation peak）または自己相関ピーク（autocorrelation peak）のような、周知のウィンドウ同期技術を使用してもよい。コースウィンドウ同期ユニット54は、ウィンドウ位置の概略の（正しいウィンドウ位置のいくつかのサンプルのうちの）初期予測値を獲得する。その後、ウィンドウ位置は、次にさらに説明するように、ファイン調整される。

【0016】イコライザ58はFFTユニット56の出力に結合されている。イコライザ58は、OFDM信号が伝送されるチャネルのマルチパス歪み効果を低減する。イコライザ58は、メモリ60中にストアされているトレーニングシーケンス（例えば、図4のトレーニングシーケンス44）を使用して初期化され、イコライザタップの設定が行われる。上述したように、トレーニングシーケンスはOFDMキャリアのすべてのサブキャリアの周知の伝送値を含んでいる。各サブキャリアに対する初期タップ値を計算する慣用の技術では、FFTユニット56から受信されたサブキャリア上の出力によって除算して得られたサブキャリアの周知の伝送値（メモリ60にストアされている）に等しいサブキャリアに対してタップを設定している。イコライザ58を初期化することによって、チャネルの影響が低減されるのみならず、不正確なFFTウィンドウポジションによって生じる相回転が相殺される。しかし、本発明の特徴によれば、この初期化は初期化時のパイロットサブキャリアの相回転のみを相殺するに過ぎず、イコライザ58は、ウィンドウポジションのドリフトに起因するパイロットサブキャリアの連続的な相回転はトラッキングしない。

【0017】イコライザ58のタップが初期設定された後に、イコライザ58はデータサブキャリアのためのイコライザタップを適合させるが、パイロット（例えば、図4のパイロット48）のサブキャリアのためのタップの適合は行わない。イコライザ58は、パイロットタップの適合を行わないため、FFTウィンドウの不正確なポジションによって生じた相回転は、パイロットサブキャリアを介してパイロット抽出ユニット62とファイン（fine）FFTウィンドウ同期ユニット64とにパッシングされる。このことは、後程、詳細に説明する。

【0018】パイロット抽出ユニット62はイコライザ58の出力に結合されており、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64の入力に結合されている。パイロット抽出ユニット62は、ダウンストリーム（downstream）処理装置66（例えば、復調、復号）に送信されるユーザデータ（例えば、図4のユーザデータ46）中にエンベッドされたパイロット（例えば図4のパイロット48）を抽出し、そのパイロットをファインウィンドウ

同期ユニット64へパッシングする。ファインFFTウィンドウ同期ユニット64はFFTユニット56の入力に結合されており、FFTウィンドウポジションがファイン（fine）に調整される。ファインFFTウィンドウ同期ユニット64もイコライザ58の入力にも結合されており、イコライザタップの相回転を調整する。特に、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、2つの出力を与えるアルゴリズムを実行する。第1の出力はファインウィンドウ調整ファクタ65であって、FFTウィンドウを1サンプルインクリメントだけシフトさせるため、FFTユニット56にパッシングされるファクタである。第2の出力は位相補償値（phase compensation value）67であって、FFTウィンドウのファイン調整による相回転に対して、等量であるが逆方向に、イコライザタップを回転させるために、イコライザ58へ渡される値である。このイコライザタップの回転は、イコライザ58のトラッキング能力を阻害する可能性のある不連続な位相ジャンプを避けるために必要である。

【0019】図6を説明する。図6は本発明のアルゴリズムを示すフローチャート70である。まず、ステップ72において、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64はユーザデータ中にエンベッドされたパイロットの位相を獲得する。ついで、ステップ74において、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、獲得された位相の絶対値を $\Omega$ の絶対値と比較する。 $\Omega$ は次のように定義される。

$$\Omega = kTs + [\text{sgn}(k) * \lambda]$$

ただし、 $k$ はパイロットのサブキャリア、すなわち、ビンポジションである（例えば、 $\pm 7$ または $\pm 21$ ）。

【0020】 $Ts$ はFFTウィンドウの1サンプル分のオフセット（例えば、サブキャリア、すなわち、ビンポジション+1で生じる位相シフト）から生じる最低のポジティブ周波数のサブキャリアの位相シフトである。

【0021】よって、 $k$ 番目のキャリアに対応する位相シフトは $kTs$ となる（例えば、7番目のサブキャリアにおける位相シフトは $7Ts$ ）。 $\lambda$ はノイズによる誤ったウィンドウ調整を防ぐために、 $kTs$ に加算する安全マージン（safety margin）またはバッファ値（buffer value）である。 $\text{sgn}()$ はシグナム関数（signum function）であって、サブキャリアロケーションの符号に従って+1または-1を生成する関数である（例えば、+7ビンポジションにおいて、 $\text{sgn}()$ 関数は+1を生成し、-7ビンポジションにおいて、 $\text{sgn}()$ 関数は-1を生成する）。

【0022】位相の絶対値が $\Omega$ の絶対値を超えない場合は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64はリセットするか、ポジティブ位相シフト（positive phase shift）（ $M^+$ ）と、ネガティブ位相シフト（negative phase shift）（ $M^-$ ）カウンタとをゼロ値に初期化し、ステップ72へ戻り、次のパイロットの位相を獲得す

る。ここで、各パイロットサブキャリアには、ポジティブとネガティブのシフトカウンタ ( $M^+$ と $M^-$ ) があることに留意されたい。例えば、パイロットが $\pm 7$ ビンと $\pm 21$ ビンにポジショニングしている場合、 $\pm 7$ ビンと $\pm 21$ ビンのポジティブとネガティブ位相シフトをトラッキングするため、8個のカウンタが割り当てられることになる。

【0023】位相の絶対値が $\Omega$ の絶対値を超える場合は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、ステップ78において、位相シフトがポジティブであるかどうかを判定する。位相シフトがポジティブであると判定した場合は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、ステップ82において、パイロットに関係付けしてあるポジティブ位相シフトカウンタ ( $M^+$ ) を1だけインクリメントする。他方、位相シフトがポジティブでないと判定した場合は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、ステップ80において、パイロットに関係付けしてあるネガティブ位相シフトカウンタ ( $M^-$ ) を1だけインクリメントする。

【0024】所定のパイロットに対するカウンタを ( $M^+$ または $M^-$ のどちらかに) インクリメントした後、ステップ84において、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、すべてのパイロットに対する大部分のカウンタ ( $M^+$ または $M^-$ ) が、ある閾値か、予め定めた値に達したかどうかを判定する。例えば、パイロットが $\pm 7$ と $\pm 21$ に位置していた場合は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は8個のカウンタ ( $M^+$ が4カウンタ、 $M^-$ が4カウンタ) のカウントを獲得する。その後、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、大部分数の $M^+$ または $M^-$ カウンタが所定の値 (例えば値5) に達したかどうかを判定する。所定の値に達していないと判定した場合は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64はステップ72へ戻り、次のパイロットの位相を獲得する。他方、所定の値に達したと判定した場合は、FFTウィンドウは、少なくとも1サンプル分調整される。調整する方向は、どちらのカウンタ ( $M^+$ または $M^-$ のいずれか) が所定の値に達したかによって選択される。

【0025】所定の値に達していれば、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64は、ステップ86において、FFT56のウィンドウポジションと、イコライザ58のイコライザタップの位相とを調整する。このことを次に詳細に説明する。この閾値または予め定めた値は、ウィンドウオフセットが検出されたときにノイズの影響を低減するために使用されることに留意されたい。例えば、ノイズが増加すると、検出されたパイロット位相の絶対値が、一旦、 $\Omega$ を超えることになる。しかし、ウィンドウシフトに起因して生じる相回転のみにより、パイロット位相が $\Omega$ を超える現象が複数回連続して発生する。

【0026】サンプルによりFFTウィンドウポジションを調整すると、位相が周波数ドメインデータに対して不連続にジャンプする。このような位相の不連続ジャンプを防ぐため、各イコライザデータタップの位相が $k T_s$ ラジアン分だけ調整される。ただし、回転調整の方向は、回転調整がない場合のFFTウィンドウシフトによる回転の方向と逆の方向である。しかし、イコライザパイロットタップの位相は、ファインFFTウィンドウ同期ユニット64が、FFTウィンドウドリフトによるパイロットサブキャリアの位相変化をトラッキングできるほど微妙には調整されない、ことに注目すべきである。

【0027】よって、本発明の原理によれば、OFDMレシーバはFFTされ等化されたOFDM信号からパイロットを抽出し、その抽出したパイロットを処理して、FFTウィンドウ調整ファクタと関係付けをしたイコライザタップ調整値を取り出す。OFDMレシーバは、同時に、そのFFT調整ファクタとイコライザタップ調整値を使用して、FFTウィンドウのポジションとイコライザタップの位相とを制御する。

【0028】以上、本発明の実施形態を説明したが、当然、本発明の趣旨と範囲を逸脱することなく数々の変形が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ユーザデータとサイクリックプレフィックス部とを有するOFDM信号を示すとともに、関連するプロセッサを示すブロック図である。

【図2】FFTウィンドウドリフトを説明するための説明図である。

【図3】従来のOFDMレシーバのPLL構成を示すブロック図である。

【図4】本発明によるOFDMシンボルフレーム内のトレーニングシーケンスと、ユーザデータと、パイロット信号との配置を示す図である。

【図5】本発明によるOFDMレシーバのウィンドウシフトを修正するための編成を示すブロック図である。

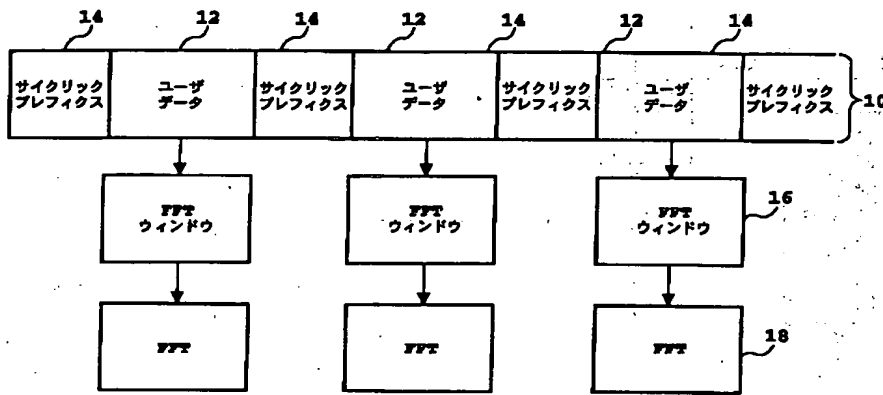
【図6】本発明のFFTウィンドウ修正アルゴリズムを示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

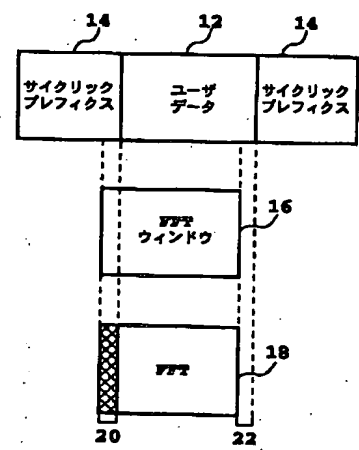
- 10 OFDM信号
- 12 ユーザデータ
- 14 サイクリックプレフィックス
- 16 OFDMウィンドウ
- 18 FFTユニット
- 20 サンプル
- 24 PLL構成
- 26 ADC
- 30 FFTユニット
- 32 パイロット抽出器
- 32 位相差カルキュレータ
- 38 デジタルPLL



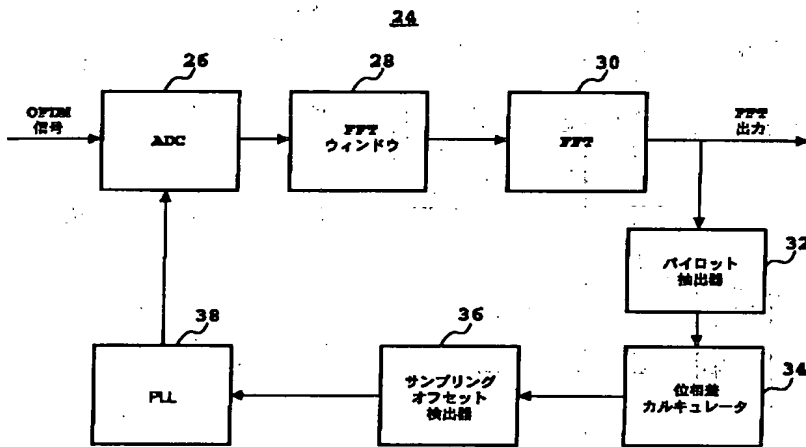
【図 1】



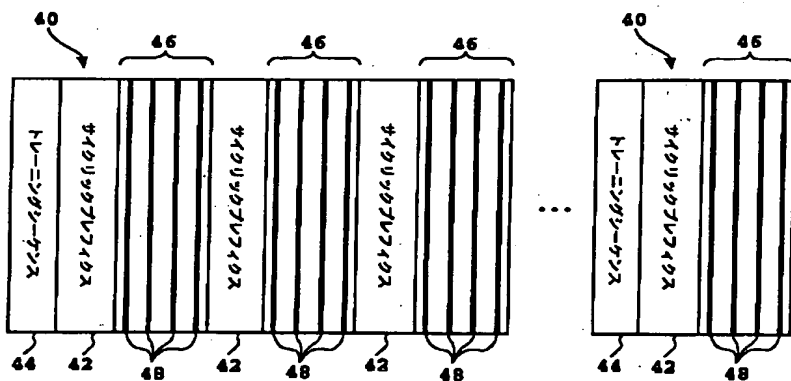
【図 2】



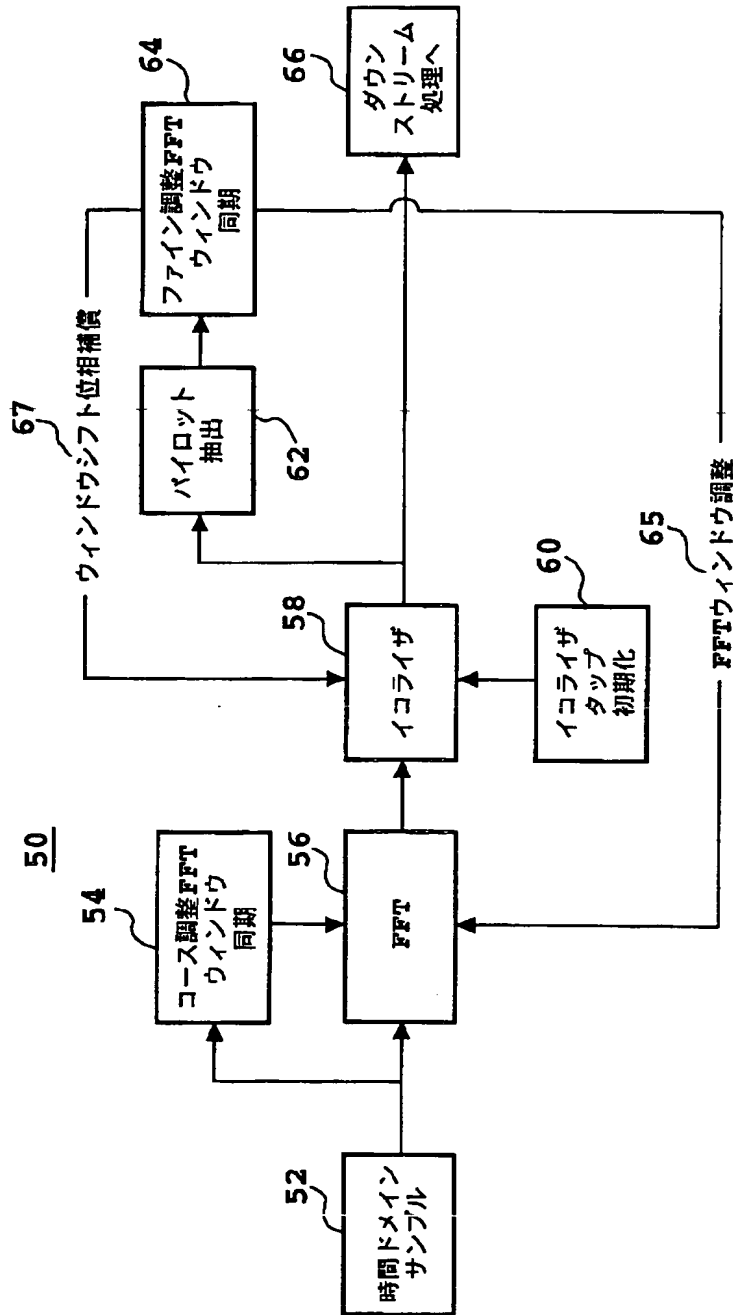
【図 3】



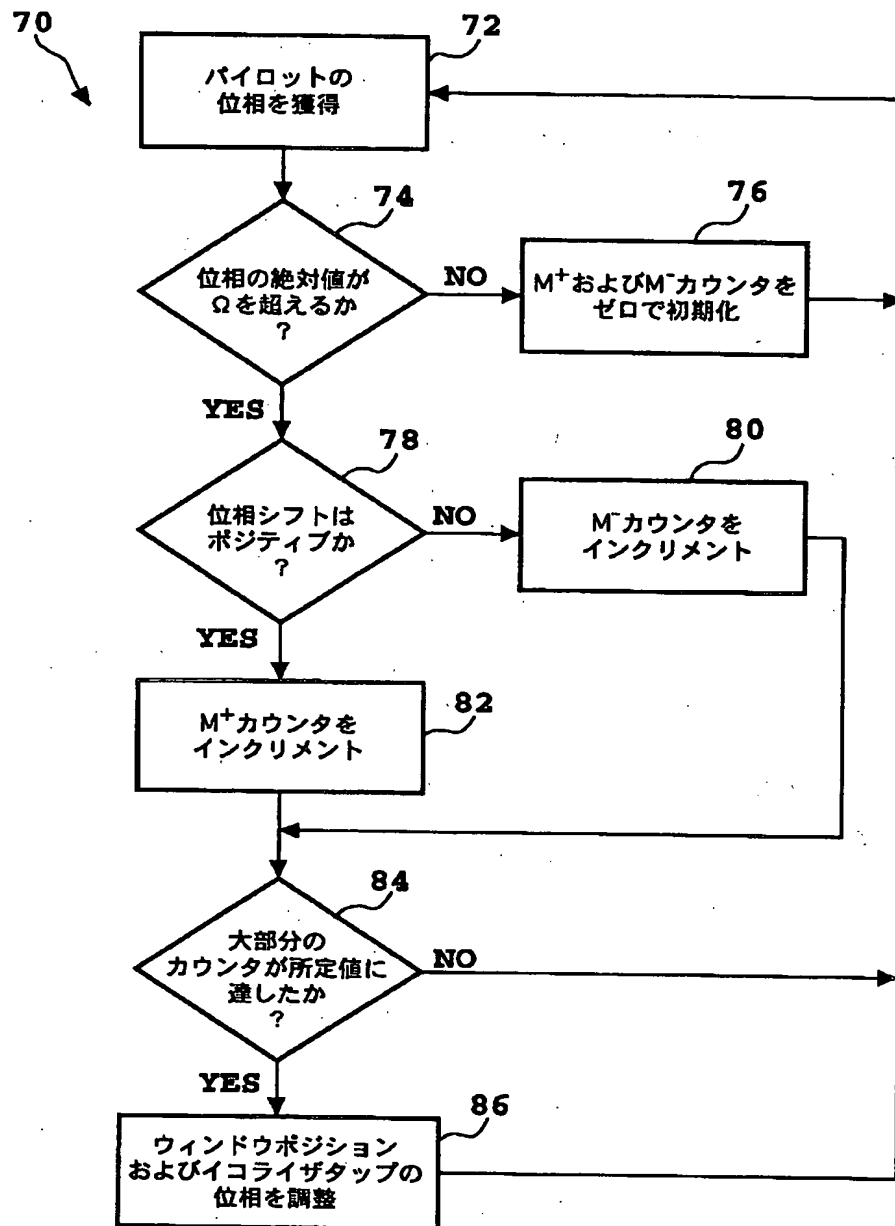
【図 4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(71)出願人 300000708  
 46, Quai A, Le Gallo  
 F-92648 Boulogne Cede  
 x France

(72)発明者 ルイス ロバート リットウィン ジュニア  
 アメリカ合衆国 46032 インディアナ州  
 カーメル パインビュー ドライブ ナ  
 ンバー 8 126

**This Page Blank (uspto)**